浅谈地面数字电视发射机功放部分的原理及故障维护

摘　要：无线电信号传输技术的出现及其广泛应用推动了地面数字电视的发展，该类电视信号发射范围广，用户收看的节目种类多，且部署起来相对其他类型电视更加容易，因此，数字电视发射机的稳定运行成为相关技术人员越来越关心和钻研的问题。本文首先介绍了发射机的演变过程，论述了发射机及功放版块的器件组成结构与运行原理，针对该装置中最易发生故障的发射机功放部分进行结构解析与原理介绍，并就一些常见的故障问题进行了分析，针对性地提出修复及维护手段，旨在保障设备安全稳定运行，确保广播电视节目安全优质播出。

关键词：地面数字电视；发射机功放；原理；故障维护
中图分类号：TN949.197　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2019）01-111-03　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2019.01.030

文 / 杨永才

引言

功放版块属于电视装置中发射机部分的重要组成部分，相关技术人员应认真分析该版块出现故障的原因，结合文献资料与常年实际工作经验，制定有效的维护措施，提高该板块的运行效率与运行时间。本文对此进行研究分析，以期为同行提供参考借鉴。

1. 地面数字电视发射机演变过程

与传统模拟电视发射机相比，地面数字电视发射机运行情况更加稳定和可靠。当今时代，科学技术迅猛发展，传统的模拟电视发射机逐渐被地面数字电视发射机所取代，国家对于数字电视发射机的相关研究也更加重视，使其迎来良好的发展机遇。我国疆域辽阔、地势复杂多样的地理特点，导致近年来仍有许多偏远地区和山区的地面数字电视发射台的技术相对落后，也有许多地面数字电视发射台利用远监控技术实现地面数字电视发射机的自动化。这些状况提示如今的地面数字电视发射机的整体工作效率仍有待提高。

2. 发射机及功放版块的器件组成结构与运行原理

地面数字电视发射机的组成部分主要包括调制器、激励放大单元、主控单元、开关与电源、无源部件、冷却系统、自动切换单元、末级功放单元。其中，主控单元还包括主控板、整机检测板和触摸屏。地面数字电视发射机主控单元里面的液晶屏能够显示出所有地面数字发射机自身运行时的状态和输出发射的功率。激励器能够自动识别信号并进行切换。地面数字电视发射机常具有两个激励器，因而可以接收并识别两路信号。激励器会将接收到的信号进行编码，以使数字电视发射机接受到的信号不容易受到干扰而能够正确地接收信号。激励器常会对接受到的信号进行调制并加强，从而高质量地传输信号。当温度较高和驻波比较大时，地面数字电视发射机会关机，并向主控单元传送主机状态。为了隔离输入电源，会将隔离变压器接入在低压配电盘的输入端上。当风机在工作过程中发生异常时，风机传感器能够生成模拟的电压信号来控制系统控制器发出信号，切断电源。

目前较为常用的功放版块为400W，结构主要包括前端扩大结构、信号调配结构、双末端功率增强结构以及信号处理结构，功率增强结构属于功放版块的核心结构。完整的功放版块在此基础上常外加热能耗散结构以及包装壳。在实际的运行过程中，激励器首先对码流进行频率调节并以 RF 信号的形式进行传输。之后，由切换器对其进行模式转换，其中的一路信号经过分配器传输至400W 功放版块。前置功放单元会将经过的高频信号进行接收，从而使末级功率放大器正常运行，再将信号发送到天线。其中合成器可以隔离射频信号，功放散热系统可以增加导热的速度，提高散热的效果。在功放版块中，RF 信号的功率得以增强，并通过版块内的信号处理结构传输至天线装置，由此完成信号的传输工作 [1]。

3. 发射机功放版块的常见故障以及维护措施

功率晶体管被损坏或合成器出现输出短路故障常会导致发射机的输出功率出现明显的下降。可以通过检测面板显示的数据来确定功率晶体管是否被损坏。若功放部分的输出功率出现异常时，功放部分的开关电源的电流和晶体管的工作电流均处于正常状态，则提示输出合成器存在短路故障，应及时调整电流功率，并对问题部位进行检查。

故障的发现排除首先要构建良好的维修平台。该平台应主要包括数据传输装置、功放版块连接端口以及备用电源。通过连接端口给电源连接空气开关，并接入380伏特的电源。在配置的计算机上安装调试界面，使用数据传输线与其进行连接，以保证运转参数与计算机显示数据间的一致性。此类维修平台虽然较为简便，但也可以起到很好的运转状态分析以及故障的排除作用。

3.1 功率晶体管损耗

功率晶体管出现损耗时，版块整体的功率会出现异常，具体表现为输出功率降低同时反射功率维持平稳状态。单一功放版块的电流强度会随着功率晶体管损耗导致的输出功率减弱而下降，具体常会降至 25A 左右，因而此类故障常可以通过数字信号监测平台来发现。

功率晶体管虽然在早期通常为封装部分的损耗，但损耗的器件长期运转后会出现整体性能的下降，因此，应及时排查并进行器件整体的更换。以双栅 LDMOS 形功率晶体管为例，在打开盖板以后可以通过万用表的电阻模块来测量 LDMOS 的电阻值。常规晶体管的阻值多在 3000 欧姆附近，阻值异常升高常表明晶体管受到损耗。晶体管的输出部位常会伴发 SMD 器件的烧毁与脱落现象，当整体的基板烧毁并损坏铜面时，为满足电路的高频需求，需要进行电路板的更替。当功率晶体管出现严重损耗而又无法及时更换时，为减轻损害结构对其余正常组件的损坏，可以将整体的功率调低。当装置的功率维持在 3dBm 以上时，可以保证被覆区域面积维持大体稳定 [2]。

3.2 输出合成器的线路阻断

该类故障与功率晶体管损害的具体表现类似，二者在数字信号监测平台上都会出现输出功率下降的现象，但晶体管的电流强度会维持在正常水平。此外，发生故障区域的功放版块输出功率下降会伴随其余功放版块功率的升高，且常会升高至 600W 附近。功放版块的电流强度也整体维持在平稳、正常水平。

发射机传输版块的损坏常引起此类故障，故而应着重检查该版块的器件结构，并逐一检查，具体检查可以用手接触器件部位判断其有无过热现象。发射机的高功率传输需要功率增强器的合成作用，其端口的电阻值需在 50 欧姆以上，并维持隔离在 20dB 上，以此来实现功率的增强以及分隔。在对其进行更换之后，工作人员应借助矢量分析仪对功放相位进行调控，直至其功率回升至正常水平 [3]。

3.3 功放版块平衡功率升高

平衡功率是判断功放版块功能情况的重要参考数据，其数值的高低取决于各功放版块之间的相位匹配程度与功率高低。常用的固态发射器型号为 10kW 分米波，该类发射器由 32 个功放版块构成，其正常平衡功率应维持在 2W 附近。

功放版块输出部位以及线路节点部位的变质常会导致部分电路的电流强度异常浮动，进而引发平衡功率的异常升高。尽管在早期阶段不会出现严重的脱焊问题，但却会造成非常严重的安全威胁，因此，应在将连接部位的灰尘清理之后再次焊接。

3.4 微动开关的损耗

该装置一般被安装在功放版块外部的保护壳上，因此很容易受到外界的力学干扰而出现接触位置的灵敏度下降以及断裂等问题。微动开关主要控制前端的增强器栅极电压，该装置的损坏很容易引起与之相连的电容的破坏，造成栅极电压强度的异常变化，从而干扰功放版块的正常运转。

针对此类问题，维修人员应该增大巡查力度，及时发现损耗的开关并进行更换。此外，还要在保护壳上附加开关保护装置，减少外界因素对开关的损坏，从而延长开关使用寿命。

3.5 功放管损坏

功放管工作状态的评价可以根据静息状态下的电流强度以及栅、漏极电压强度的综合分析来进行。功放管出现损坏多会影响 PC 部位的功放情况，功放版块的电源在其内部经过并联的 4 个电阻（0.05 欧姆）与漏极相连，因此，功放管静息状态下的电流强度可以通过对电阻部位电压强度的测试推理得出。当两极的电压强度维持在正常数值范围，而电流强度确显著高出正常范围时，提示功放管存在损坏可能。

功放管部位的损坏通常通过替换的方式来维护。为保护功放管周围的电元组件与电流通路，一般先对两极附近的组件进行拆离。在确保周围没有重要组件之后，使用螺丝刀把用来固定的螺丝拆卸下来。拆卸过程中产生的碎锡屑片要使用专业的锡片粘附器或者电烙铁来清理。为了保证人身安全，工作人员在用手触碰功放管前要确认身体正确触地，以此来消除身上自带的静电。事先使用蘸有乙醇的棉团将管座清理干净，并在其表面覆盖散热硅脂，要注意硅脂层的厚度不宜过大。在上述工作完成后将用来替换的器件放在相应位置上，并对其进行按压以保证其与电极有良好的接触。最后，使用螺丝来进行固定，并以此焊接栅、漏极。焊接时要严格把握好焊接时间，过短难以确保功放管的稳定，过长则很有可能会破坏线路板。功放管常常成组使用，因而对其进行单一替换可能会造成功率失衡，因此优先选择功放管的整体替换。若受条件限制只能进行部分替换，则需要通过在预先通电加热的基础上调节栅段的电压强度，以此来保持功放管之间相同静息状态的电流强度与均衡的输出功率。

3.6 散热与灰尘堆积

发射机的功放版块由于涉及功率的转换，在常规的运转过程中会产生大量的热能。如果不能及时对这些热能进行耗散，热能区域累积导致的温度升高会加快各种电元组件的氧化反应，严重影响版块正常运行的同时还会缩短电元器件的使用寿命。发射机常常通过施加冷风的方式来耗散热能。为进一步提高散热效能，可以在制冷风机的基础上外加制冷空调。空调通常设置在发射机工作机房的两侧，以此来提高空气流动的均匀程度。为促进热能的及时耗散，可以使用铁作为风道材料制成的通风口，并安置在发射机的出风部位，并将冷风发生机安装在通风管道的出口处。

但这样的散热方式很有可能会将空气环境中的微尘颗粒一并带入版块内部。若相关清理工作不到位则会造成灰尘的积累，再加上天气环境带来的空气湿度因素，很有可能导致电路板的短路。维护工作人员除了应定期进行尘土的清理工作外，还要对散热冷风的进风模式进行优化。首先，对散热冷风进行清滤处理。维护人员要保证发射机工作环境中的封口密闭性，除了散热冷风进风外，其余的缝隙应严格封闭以防止尘风的进入，从源头减少尘土颗粒。

除温度与尘土问题以外，维护人员还应重视工作机房中空气湿度的控制。空气中的水分含量较高时，会对功放版块的高频率性能造成损耗，从而造成电元组件的损耗，因此，通常要保持机房干燥清洁。

4. 地面数字电视发射机的常规维护措施

功放单元只是地面数字电视发射机的一部分，而发射机整体容易出现的问题还有以下几个方面：发射机开机后电源指示灯处于熄灭状态，控制开关机的电路不受控制；手动开启地面数字电视发射机后发射机自动关机；显示器处于黑屏状态，频道接收机无法正常工作；地面数字电视发射机的激励器发出警告；电视屏幕没有图像信号且处于黑屏状态等。这些故障出现时需要对其整体进行维护来提高发射机整体的工作效率。根据维护施行的时间间隔可以进一步细分为日度维护、月度维护、季度维护、年度维护以及整体维护。

4.1 日常维护

在日常维护工作中，首先要检查地面数字电视发射机的天线连接状态，无论发射机处于运行状态还是休息状态都不要轻易改变天线的状态。要将地面数字电视发射机在处于工作状态时显示器屏幕所显示的内容记录下来，作为与出厂数据对比的依据，需要特别管制激励器的显示信息，当与厂家提供的数据存在较大区别时应对其适当进行调整。排除天馈系统出现的故障，特别是当气候条件发生如雷雨天气、风雪天气、沙暴天气等比较恶劣的天气变化时需要特别重视馈线的运行状态，查看其有无发生变形或松动断裂，维持其稳定的工作状态。雷雨季节要着重检查天馈系统馈线的接地状态，排除接触不良问题。地面数字电视发射机的相关技术人员需要定时、定期地对各项指标进行检查，对发射机上的灰尘要及时清理。地面数字电视发射机工作的稳定性的提高需要使发射机在一个良好的环境中运行，维持适宜的温度、湿度。

4.2 月度维护

月度维护需要分析发射机相关工作人员的工作记录，对相关的数据进行分析，排除质量问题。对电源保护器的工作状态进行检查，当指示灯变红时提示需进行及时更换。对地面数字电视发射机的功率进行检查，要经常用手触摸检查地面数字电视发射机同轴设备的表面温度是否异常。定期对进风口进行清理，保持地面数字电视发射机电源进风口的空气流畅，每月至少清理进风口过滤网一次。同时还需清理风机的风罩、叶片和散热器，并检查风机运行状态是否正常。

4.3 年度维护

年度维护时要检查地面数字电视发射机的所有风机的风力是否减弱，若处于不正常的工作状态就需要及时更换确保发射机的正常运行。地面数字电视发射机滤波器的工作有周期性，因此应检查滤波器是否能正常工作，若不能就需要进行调试。检查触摸屏的连接状态，若接触不良就需要重新连接或者更换连接线。检查地面数字电视发射机的电压，更换开关的电源或者电解电容更换配电盘上面的交流接触器。对发射机上接触不良或者不能够正常显示的触摸屏要及时进行更换。

结语

功放版块故障的分析以及排除是电视装置维护的重要部分，对相关故障的分析总结有助于为行业相关人员提供很好的参考。本文首先对发射机功放版块的器件组成结构以及工作原理进行了简要的概述，然后针对实际使用中常出现的功率晶体管损耗、输出合成器线路阻断、平衡功率升高、微动开关损耗、功放管损耗以及散热与灰尘堆积等问题进行了深入分析，对故障发生时的表现以及原因进行论述，并提出了对应的维护手段。除及时维护以外，相关人员还应借助专业的设备对功放版块尤其是更换过器件的部分，对工作时的参数进行统一调整，以确保设备正常稳定运行。

现阶段，地面数字电视发射机的质量已经有了很大的提高，运行状态更加稳定，但仍存在各种类型的故障问题。这就需要相关的工作人员能够了解并熟悉地面数字电视发射机的工作原理，及时发现并排除地面数字电视发射机的故障，定期对地面数字电视发射机进行维护。地面数字电视发射机的相关人员要认真、负责地对设备进行检修和维护，要特别注意发射机功放部分的维护，不断进行相关理论知识的深入学习，全面提升自身素质，以适应新时期提出的各种需求。媒

参考文献

[1] 严延成 .DAM 10kW 中波广播发射机射频放大器的原理及维护 [J]. 西部广播电视，2018（10）：235-236.

[2] 郑铭炜 .PDM 中波广播发射机 TS-03C 调制 / 功放原理和维护 [J]. 东南传播，2017（08）：165-167.

[3] 塔依尔・艾孜孜阿吉 .MT2000 型发射机功放单元的工作原理及日常维护之我见 [J]. 电子制作，2016（11）：89，91.

（作者单位：青海省海东市乐都区广播电视局）